نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۷، شماره ۴، مهر- آبان ۱۴۰۰، ص. ۵۶۸-۵۵۹

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 17, No. 4, Oct- Nov 2021, p. 559-568

مقاله پژوهشی

تاثیر غنی‌سازی با پودر پروتئین ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) بر پروفایل اسید آمینه، ترکیبات شیمیایی و خصوصیات حسی بیسکویت

الهام امین‌پور دافچاهی[۱]- اسحق زکی‌پور رحیم‌آبادی[۲*]- هانیه رستم‌زاد[۳]-انسیه نجات پیرسرایی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۱۶

چکیده

هدف این پژوهش بررسی کیفیت تغذیه‌ای و خصوصیات حسی بیسکوئیت غنی شده با پودر پرتئین ماهی کپور نقره‌ای (*H. molitrix*) می‌باشد. تیمارهای تحقیق شامل: بیسکوئیت تولید شده از ۱۰۰ درصد آرد گندم (۱۰۰:۰ نسبت آرد گندم به پودر پروتئینی ماهی) به‌عنوان تیمار شاهد، بیسکوئیت حاوی ۲/۵ درصد پودر پروتئینی ماهی (۹۷/۵:۲/۵) با عنوان تیمار ۱ و بیسکوئیت حاوی ۵/۰ درصد پودر پروتئینی ماهی (۹۵/۰:۵/۰) با عنوان تیمار ۲، بودند. برای تهیه پودر پروتئین ماهی از پروسه چرخ کردن، مخلوط کردن با آب، حرارت دادن همراه با همزدن مداوم، سانتریفوژ کردن و خشک کردن انجمادی استفاده گردید. بررسی پروفایل اسید آمینه، محتوای پراکسید، TBA، ترکیبات شیمیایی و ارزیابی حسی بیسکوئیت طی ۳ ماه نگهداری در دمای اتاق ارزیابی شد. در نتایج آنالیز پروفایل اسید آمینه پودر پروتئین ماهی و بیسکوئیت، ۱۷ نوع اسیدآمینه شناسایی گردید. مجموع کل محتوای اسید آمینه موجود در پودر پروتئین ماهی ۹۷۵/۱۹ میلی‌گرم در یک گرم نمونه و مقدار کل اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری در تیمار شاهد ۳۶/۵۱ میلی‌گرم در یک گرم بود که با افزودن پودر پروتئین ماهی به بیسکوئیت جهت غنی‌سازی در سطح ۲/۵ و ۵ درصد این مقدار به‌ترتیب به ۵۰/۹۱ و ۶۷/۳۷ میلی‌گرم در یک گرم نمونه افزایش یافت. ارزیابی شاخص‌های حسی نمونه‌های بیسکوئیت اختلاف معنی‌داری را بین تیمار شاهد و تیمارهای غنی‌سازی شده با پودر پروتئین ماهی نشان نداد.

واژه‌های کلیدی: بیسکوئیت، غنی‌سازی، کیفیت تغذیه‌ای، پروفایل اسیدآمینه، پودر پروتئین ماهی.

مقدمه

نیازهای انسان برای حفظ سلامتی و رشد باید از طریق غذا تأمین گردد. لذا داشتن یک جیره غذایی کامل که برطرف کننده تمامی نیازهای انسان باشد، ضروری می‌باشد. طی سال‌های اخیر، آگاهی افراد در زمینه کیفیّت تغذیه و تأثیر آن بر سلامت جسمی و ذهنی به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است و مصرف‌کنندگان بیش از پیش بر این باورند که تغذیه، تأثیر مستقیمی بر سلامت روحی و جسمی آنان بر جای می‌گذارد (Siró *et al*., 2008). افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان در زمینه ارتباط میان تغذیه و سلامت، موجب تقاضای روز افزون آنان جهت دریافت مواد خوراکی مغذی، سالم و با کیفیت شده است (Ngo *et al*., 2011).اهمیت غلات، به‌خصوص گندم در تغذیه بشر به صورت استفاده مستقیم یا استفاده از فرآورده‌های آن‌ها به‌خوبی مشخص می‌باشد (Wrigley *et al*., 2004). کیفیت بیسکوئیت به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و پر مصرف‌ترین فرآورده‌های غلات، تحت تأثیر چندین عامل از جمله کمیت و کیفیت ترکیبات مورد استفاده است (Abboud *et al*., 1985). از بین مواد تشکیل‌دهنده بیسکوئیت، کیفیت آرد گندم نقش اصلی را در کیفیت محصول نهایی ایفا می‌کند. زیرا از لحاظ کمیت، بیش‌ترین مقدار را در فرمولاسیون داشته و ساختار و بافت بیسکویت تحت تأثیر پروتئین آرد به‌ویژه گلوتن است (Baltsavias, 1999).

بیسکوئیت‌ها از جمله مواد خوراکی عامه پسند هستند که به دلیل طعم گوناگون، زمان ماندگاری طولانی، گوناگونی طعم، دسترسی آسان و تا اندازه‌ای قیمت پایین آن به وسیله طیف گسترده‌ای از مردم مصرف می‌شود (Gandhi *et al*., 2001; Hooda and Jood, 2005; Sudha *et al*., 2007). از آن‌جایی‌که بیسکوئیت‌ها معمولا از آرد، کره و شکر تولید می‌گردند محتوای کربوهیدرات‌های آسان هضم شونده و چربی‌ها در آن‌ها بالا بوده و در عوض محتوای فیبر خوراکی آن‌ها کم و محتوای پروتئین‌شان در حد متوسط می‌باشد (Park *et al*.,

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان.
۲ و ۳- به‌ترتیب دانشیار و استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان.
(* - نویسنده مسئول: Email: e.zakipoor@guilan.ac.ir)
DOI: 10.22067/ifstrj.v17i4.87661

2015).افزایش سطح آگاهی عمومی جامعه و شناخت ارتباط بین غذا و سلامت، باعث شده تا افراد به دنبال کسب آگاهی و اطلاع از غذای مصرفی خود باشند. به همین سبب، تولید بیسکوئیت با محتوای پروتئینی بالا خصوصا در جوامع محروم به یک چالش سودمند مبدل گردیده است (Yeh *et al*., 1998).

آبزیان از گذشته به‌عنوان یکی از غذاهای بسیار مهم از نظر ارزش غذایی و دارویی مطرح بوده‌اند. ماهی و فرآورده‌های آن به‌عنوان منابع غذایی حاوی پروتئین‌های با کیفیت بالا، چربی‌های اشباع نشده، ویتامین و مواد معدنی مورد توجه قرار داشته‌اند. امروزه مصرف ماهی به‌عنوان غذای سلامتی، پیشگیری‌کننده از انواع بیماری‌ها و مؤثر در درمان برخی بیماری‌ها مورد تأیید دانشمندان و متخصصین علوم تغذیه بوده و تأمین و قرار دادن آن در سبد غذایی خانوار، از دغدغه‌های متولیان تولید و امور تغذیه می‌باشد (Hossaini *et al*., 2016). آبزیان دارای پروتئین بالا، چربی کم، کلسترول کم و همین‌طور دارای ویتامین‌ها و املاح می‌باشند و به‌عنوان غذایی برای حفظ سلامتی در انسان شناخته شده‌اند (Venugopal, 2006). غذاهای دریایی منبع پروتئینی با ارزشی برای انسان‌ها می‌باشند و در یک رژیم غذایی سالم نقش مهمی را ایفا می‌کنند و می‌توانند در برآورده کردن نیازهای تغذیه‌ای افراد جامعه خصوصاً در کشورهای در حال توسعه مؤثر واقع گردند (Kose *et al*., 2001).

محصولات پروتئینی مختلفی از ماهی و آبزیان و ضایعات آن‌ها تولید گردیده است که از جمله آن‌ها می‌توان به کنسانتره پروتئینی، پروتئین هیدرولیز شده و پودر پروتئین ماهی و غیره اشاره نمود. اگرچه تمامی این محصولات، ماهیت پودری داشته و به نوعی پودر پروتئینی به‌حساب می‌آیند. اما در تولید محصول پودر پروتئین ماهی (Fish protein powder or FPP) مراحل مختلف بهداشتی و خالص‌سازی صورت پذیرفته تا محصولی به‌دست آید که دارای قابلیت استفاده برای مصارف انسانی باشد. پودر پروتئین ماهی در صنایع غذایی برای توسعه محصولات غذایی آماده مصرف و هم‌چنین محصولات با ساختار مجدد (Re-structured) مورد استفاده قرار می‌گیرند. از FPP می‌توان به‌عنوان یک جزء کاربردی برای توسعه محصولات آماده مصرف استفاده نمود (Shaviklo, 2015). افزودن پودر پروتئین ماهی سبب بهبود ارزش تغذیه‌ای غذاهای بر پایه حبوبات گردیده است (Venugopal, 2006). غنی‌سازی موفقیت‌آمیز کراکرها (Huda *et al*., 2001)، بستنی نان (Adeleke and Odedeji, 2010)، بیسکوئیت شور (Ibrahim, 2009) و سس مایونز (Sathivel *et al*., 2005) با FPP گزارش گردیده است.

با توجه به کامل نبودن ارزش غذایی پروتئین غلات، و رونق گرفتن بازار برخی از محصولات آماده مصرف نظیر بیسکوئیت به لحاظ تغییر الگوی زندگی و مناسب بودن این ماده غذایی برای پذیرش مکمل‌ها و ضرورت غنی‌سازی مواد غذایی برای حفظ سلامت جامعه و بالا بودن ارزش غذایی پروتئین ماهی، اگرچه برخی مطالعات در خصوص غنی‌سازی بیسکوئیت با سایر محصولات پروتئینی آبزیان وجود دارد ولی تاکنون گزارشی در خصوص بررسی تاثیر غنی‌سازی بیسکوئیت با پودر پروتئین ماهی در ایران صورت نپذیرفته است. لذا تحقیق حاضر به دنبال بررسی تاثیر استفاده از پودر پروتئینی ماهی در بیسکوئیت، بر ارزش غذایی آن و تغییر پروفایل اسید آمینه و بررسی پذیرش کلی محصول توسط مصرف کنندگان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای این منظور، ماهیان تازه صید شده کپور نقره‌ای از بازار ماهی فروشان شهر رشت (رشت، گیلان) تهیه و بلافاصله به همراه یخ در داخل یونولیت‌های خاص به آزمایشگاه انتقال داده شدند. زمان صید تا انجام مراحل آماده‌سازی کمتر از ۳ ساعت بوده است. پس از آماده‌سازی اولیه، اقدام به تهیه پودر پروتئین ماهی گردید. بر اساس فرمولاسیون استفاده شده توسط Munaza و همکاران (۲۰۱۲) که به میزان زیادی مشابه فرمولاسیون بیسکوئیت پتی‌بور (مینو، ایران) می‌باشد، مواد مورد نیاز برای تولید بیسکوئیت تهیه گردیدند. تیمارهای تحقیق شامل: ۱- تیمار شاهد، ۲- تیمار ۱ (جایگزینی ۲/۵ درصد آرد گندم با پودر پروتئین ماهی) ۳- تیمار شماره ۲ (جایگزینی ۲/۵ درصد آرد گندم با پودر پروتئین ماهی) بودند (Ibrahim, 2009; Mohamed *et al*., 2014). مطابق تیمارها، بیسکوئیت‌ها تولید گردیده و در بسته‌های مناسب بسته‌بندی گردیدند. جهت بررسی‌های کمی و کیفی بیسکوئیت‌ها، بررسی پروفایل اسید آمینه، محتوای پراکسید[1]، تیوباربیتوریک اسید[2] به‌منظور بررسی ثبات اکسیداسیونی بیسکوئیت‌ها، محتوای بازهای فرار کل[3]، محتوای ترکیبات شیمیایی و ارزیابی حسی بیسکوئیت‌ها طی ۳ ماه نگهداری در دمای اتاق در فواصل زمانی خاص اندازه‌گیری گردیدند.

روش تهیه پودر پروتئین ماهی

از روش تیمار حرارتی به‌کار گرفته شده توسط Sathivel و همکاران (۲۰۰۵) با اندکی تغییرات به شرح زیر، برای استخراج پودر پروتئینی از گوشت چرخ شده ماهی کپور نقره‌ای استفاده گردی. برای این منظور، ابتدا گوشت ماهی چرخ شده و سپس با حجم برابر با آب

---

1 Peroxide value
2 Thiobarbituric acid
3 Total volatile bases- nitrogen

مقطر (۲۳ درجه سانتی‌گراد) مخلوط شد و در سرعت بالای مخلوط‌کن، برای مدت ۲ دقیقه هم زده شده و هموژن گردید. مخلوط حاصل به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد توسط دستگاه هم‌زن مغناطیسی همزده شد. در طی پروسه گرمادهی، سلول‌های چربی از هم گسیخته شده و روغن موجود در آن‌ها به داخل فاز مایع رها شدند. سپس با استفاده از دستگاه سانتریفوژ در ۲۵۶۰ دور در دقیقه برای مدت ۱۵ دقیقه، مخلوط حاصل به ۳ فاز مجزا تقسیم گردیدند: فاز نیمه جامد موجود در ته لوله سانتریفوژ حاوی پروتئین‌های نامحلول، و فاز بزرگ مایع در قسمت میانی لوله حاوی پروتئین‌های محلول و فاز سبک (نازک) مایع موجود در قسمت فوقانی لوله سانتریفوژ حاوی چربی خام بوده است. فاز مایع قسمت میانی حاوی پروتئین محلول به‌همراه پروتئین نامحلول قسمت پایین لوله جدا شده و به روش خشک کردن انجمادی (5003, Dena, Iran) خشک گردیدند (Shaviklo, 2015). از هر کیلوگرم ماهی به‌طور متوسط ۴۵ گرم پودر پروتئینی تولید گردید.

روش تهیه بیسکوئیت

فرمولاسیون اصلی بیسکوئیت شامل: مخلوط آرد گندم (نول 0000، گلها، تهران)و پودر پروتئین ماهی (۱۰۰ گرم)، شکر (۳۰ گرم)، شورتنینگ یا روغن قنادی (۲۰ گرم)، پودر شیر (۲ گرم)، کلرید سدیم یا نمک (۱ گرم)، بی‌کربنات سدیم (۰/۵ گرم)، بی‌کربنات آمونیوم (۱ گرم)، اسانس وانیل (۰/۲ گرم) و آب (۲۰ میلی‌لیتر) و مقدار اندکی پودر شیر (حدود ۴ گرم) پس چرخ بود (Munaza *et al*., 2012). از روش کرم کردن برای تولید بیسکوئیت استفاده گردید. ابتدا چربی و شکر با استفاده از دستگاه مخلوط‌کن (پارس خزر، ایران) به مدت ۱۰ دقیقه مخلوط شده تا کرم یکنواختی حاصل گردد. در ادامه، درحالی‌که عملیات مخلوط کردن ادامه داشت، سایر مواد فرمولاسیون اضافه گردیدند و در نهایت آرد اضافه شد و مخلوط کردن تا به‌دست آوردن خمیری با قوام مطلوب ادامه یافت. خمیر تهیه شده از دستگاه مخلوط‌کن خارج شده و ورز داده شد و در یک سطح صاف با استفاده از وردنه به صورت صفحاتی با ضخامت متوسط ۳/۵ میلی‌متر گسترانیده شده و با استفاده از کاتر در ابعاد مناسب و مورد نظر (طول ۶ و عرض ۳ سانتی‌متر) بریده شد. قطعات تهیه شده در سینی چرب شده مخصوص پخت منتقل گردیده و در داخل آون الکتریکی در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ تا ۱۷ دقیقه پخته شدند. بیسکوئیت‌های پخته شده به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق خنک شده و برای آنالیزهای بعدی در داخل بسته‌های زیپ‌دار LDPE نگهداری گردیدند (Adeola and Ohizua, 2018; Munaza *et al*., 2012).

آنالیز پروفایل اسیدهای آمینه

سنجش پروفایل اسید آمینه از روش ایزوکراتیک و با استفاده از حلال با سرعت ۰/۸ میلی‌متر بر دقیقه انجام شد (Levin and Grushka, 1985). ابتدا ۰/۴-۰/۲ از نمونه را به دقت وزن کرده سپس با ۱۰ سی‌سی اسیدکلریدریک ۶ مولار به‌خوبی هموژن گردید. آنگاه نمونه (مخلوط) در آون با دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. پس از اتمام زمان انکوباسیون (هیدرولیز اسیدی نمونه)، نمونه در دمای محیط سرد شده و سپس صاف گردید. ۲۰ میکرولیتر از محصول صاف شده را با گاز ازت خشک کرده و سپس با ۱۰۰ میکرولیتر از بافر (شامل سدیم استات، استات مس و هگزان سولفانات) مخلوط شد و پس از سانتریفوژ میزان ۲۰ میکرولیتر از آن به دستگاه HPLC (Elmer series 200, Perkin, USA) با ستون فنومونکس (C 18 و طول ۱۵ سانتی‌متر، آمریکا) و آشکارساز (UV-VIS, USA)، تزریق گردید. دبی پمپ، بر روی ۰/۸ میلی‌لیتر بر دقیقه تنظیم گردید. برای شناسایی اسیدهای آمینه نیز از استاندارد مخلوط ۱۷ اسید آمینه (Thermo Fisher Scientific, USA) استفاده شد.

آزمون‌های شیمیایی

برای اندازه‌گیری مقدار پراکسید (PV) و سنجش مقدار تیوباربیتوریک اسید (TBA) از روش Namaulema و همکاران (۱۹۹۹) استفاد گردید. مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) از روش (AOAC, 2000) اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی بیسکوئیت‌ها و پودر پروتئین ماهی از جمله رطوبت، خاکستر، پروتئین خام و چربی خام از استاندارد (AOAC, 2005) استفاده گردید. میزان کربوهیدرات از روش غیرمستقیم و مطابق با روش انجام شده توسط Mohamed و همکاران (۲۰۱۴) اندازه‌گیری شد.

ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی بیسکوئیت‌ها از روش هدونیک ۹ نقطه‌ای استفاده گردید. پس از تولید بیسکوئیت‌ها، ویژگی‌های رنگ، عطر، طعم و مزه، ظاهر، بافت و مقبولیت کلی مورد سنجش قرار گرفت. سطوح ارزیابی از ا تا ۹ (شدیداً دوست ندارم=۱، خیلی دوست ندارم=۲، نسبتاً دوست ندارم=۳، کمی دوست ندارم=۴، نه دوست ندارم و نه دوست دارم=۵، کمی دوست دارم=۶، نسبتاً دوست دارم=۷، خیلی دوست دارم=۸، شدیداً دوست دارم=۹) مشخص گردید. نمونه‌ها با کدگذاری متفاوت در داخل یک ظرف در اختیار افرادارزیاب قرار داده شد. از تعداد ۱۵ نفر از اساتید و دانشجویان گروه شیلات با نسبت جنسی ۶۰ به ۴۰ (خانم به آقا) و آشنا به موضوع ارزیابی حسی و پس از ارائه آموزش کوتاه، استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌های آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab، نسخه 18 انجام گردید. ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون کلموگلراف-اسمیرونوف مورد بررسی قرار گرفته و به‌منظور بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف

معنی‌دار بین تیمارها از روش تجزیه واریانس یک طرفه (One way ANOWA) و آزمون توکی (Tukey) در سطح احتمال ۹۵ درصد (p<0.05) استفاده گردید. جهت بررسی معنی‌داری شاخص‌های حسی نیز از آزمون غیرپارامتریک کروسکال والیس و برای رسم نمودار نیز از نرم‌افزار Excel (۲۰۱۶) استفاده شد.

نتایج و بحث

پروفایل اسید آمینه بیسکوئیت و پودر پروتئین ماهی

پروفایل اسید آمینه نمونه‌های بررسی شده در جدول شماره ۱ آورده شده است. مطابق نتایج جدول، ۱۷ اسیدآمینه در پودر پروتئین حاصل از ماهی کپور نقره‌ای با مقادیر متفاوت شناسایی شد. که از میان آن‌ها ۱۰ اسیدآمینه ضروری و ۷ اسیدآمینه غیرضروری بودند. در مطالعه Ibrahim (۲۰۰۹) بر روی کنسانتره پروتئین ماهی تیلاپیا نیز اسیدهای آمینه ضروری مشابه تحقیق حاضر شناسایی گردیده‌اند. اسیدهای آمینه ضروری مشابه تحقیق حاضر نیز در گزارش Cercel و همکاران (۲۰۱۶) در تأثیر غنی‌سازی نان گندم با کنسانتره پروتئین ماهی گزارش گردیده است. در تحقیق حاضر، در بین اسید آمینه‌های ضروری به‌ترتیب ترئونین و لایزین و در بین اسیدآمینه‌های غیر ضروری گلوتامات یا گلوتامیک اسید و آسپارتات یا آسپارتیک اسید بیش‌ترین مقدار را دارا بودند. در مورد محتوای اسیدهای آمینه غیرضروری غالب، نتایج حاضر مشابه نتایج Ibrahim (۲۰۰۹) می‌باشد ولی اسیدهای آمینه ضروری غالب در کنسانتره پروتئین ماهی متفاوت بوده است (Ibrahim, 2009; Cercel *et al*., 2016). مجموع کل اسیدهای آمینه موجود در پودر پروتئین ماهی ۹۷۵/۱۹ میلی‌گرم در یک گرم نمونه بوده است.

جدول ۱- محتوای اسیدهای آمینه در پودر پروتئین ماهی و نمونه‌های مختلف بیسکوئیت (میلی‌گرم اسید آمینه در گرم نمونه)

اسید آمینه	پودر پروتئین ماهی	تیمار		
		شاهد	تیمار ۲/۵ درصد	تیمار ۵ درصد
آسپارتات یا آسپارتیک اسید (Aspartate)	۱۰۰/۶۱	۳/۶۱± ۰/۱۰ ^{a}	۳/۶۱± ۰/۵۶ ^{a}	۴/۴۵± ۰/۶۸ ^{a}
گلوتامات یا گلوتامیک اسید (Glutamate)	۱۵۸/۳۲	۷/۲۶± ۰/۲۳ ^{a}	۱۰/۱۱± ۱/۱۴ ^{a}	۱۰/۴۸± ۱/۷۸ ^{a}
سرین (Serine)	۴۸/۵۴	۱/۸۸± ۰/۱۱ ^{b}	۲/۱۰± ۰/۱۴ ^{b}	۴/۴۱ ± ۰/۶۴ ^{a}
گلای‌سین (Glycine)	۵۰/۴۷	۲/۲۱± ۰/۱۱ ^{a}	۳/۸۸± ۰/۰۴ ^{a}	۴/۱۴± ۰/۸۸ ^{a}
هیستیدین (Histidine)	۳۰/۶۲	۰/۵۶± ۰/۱۶ ^{a}	۱/۴۵± ۰/۲۱ ^{a}	۱/۲۹± ۰/۴۴ ^{a}
آرژینین (Arginine)	۳۳/۸۶	۰/۹۴± ۰/۰۷ ^{b}	۲/۰۷± ۰/۱۱ ^{a}	۲/۴۰± ۰/۲۳ ^{a}
ترئونین (Threonine)	۱۲۹/۸۰	۰/۷۶± ۰/۳۰ ^{b}	۱/۵۸± ۰/۳۷ ^{b}	۴/۱۰± ۰/۶۷ ^{a}
آلانین (Alanine)	۱۳/۲۰	۲/۳۰± ۰/۲۵ ^{a}	۲/۶۴± ۰/۱۳ ^{a}	۳/۲۷± ۰/۲۸ ^{a}
پرولین (Proline)	۳۶/۳۹	۷/۰۳± ۰/۲۸ ^{b}	۸/۳۷± ۰/۱۸ ^{b}	۱۱/۵۲± ۰/۵۵ ^{a}
تیروزین (Tyrosine)	۳۵/۶۲	۱/۵۶± ۰/۱۱ ^{a}	۲/۹۰± ۰/۰۷ ^{a}	۲/۷۱± ۰/۵۴ ^{a}
والین (Valine)	۴۶/۰۸	۱/۶۱± ۰/۱۰ ^{a}	۲/۰۲± ۰/۰۵ ^{a}	۲/۶۶± ۰/۵۹ ^{a}
متیونین (Methionine)	۳۰/۱۲	۱/۵۲± ۰/۰۹ ^{b}	۱/۸۸± ۰/۱۱ ^{b}	۳/۰۰± ۰/۲۰ ^{a}
سیستئین (Cysteine)	۵/۹۱	۰/۰۰± ۰/۰۰ ^{b}	۰/۰۰± ۰/۰۰ ^{b}	۰/۳۷± ۰/۱۳ ^{a}
ایزولوسین (Isoleucine)	۳۶/۲۲	۰/۵۱± ۰/۰۳ ^{b}	۰/۷۱± ۰/۳۷ ^{b}	۲/۱۲± ۰/۳۷ ^{a}
لوسین (Leucine)	۷۸/۴۵	۱/۳۱± ۰/۰۹ ^{b}	۲/۱۴± ۰/۲۶ ^{b}	۴/۲۵± ۰/۳۵ ^{a}
فنیل‌آلانین (Phenylalanine)	۴۷/۷۹	۱/۷۷± ۰/۱۱ ^{b}	۳/۶۱± ۰/۱۸ ^{a}	۴/۱۵± ۰/۵۰ ^{a}
لایزین (Lysine)	۹۳/۱۹	۱/۶۸± ۰/۰۶ ^{a}	۱/۸۴± ۰/۰۷ ^{a}	۲/۰۵± ۰/۱۹ ^{a}
جمع کل	۹۷۵/۱۹	۳۶/۵۱± ۲/۲	۵۰/۹۱± ۳/۹۹	۶۷/۳۷± ۹/۰۲

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار است. (n= ۲)

حروف کوچک (a,b,..) متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌های بیسکوئیت در سطح ۵ درصد می‌باشد.

افزودن پودر پروتئین ماهی سبب افزایش محتوای بیش‌تر اسیدهای آمینه شد (جدول ۱). این افزایش در مورد اسیدهای آمینه ترئونین، متیونین، سیستئین، لوسین، ایزولوسین و فنیل آلانین (از اسیدهای آمینه ضروری) و اسیدهای آمینه سرین، آرژنین، پرولین (از اسیدهای آمینه غیرضروری) خصوصاً در تیمار ۵ درصد معنی‌دار و قابل ملاحظه بود. نتایج مشابه‌ای از افزایش محتوای تمامی اسیدهای آمینه در غنی سازی بیسکوئیت با کنسانتره پروتئین ماهی توسط Mohamed و همکاران (۲۰۱۴) گزارش گردیده است. گزارش مشابهی از تأثیر افزودن پروتئین

ماهی به نان گندم در افزایش محتوای اسیدهای آمینه توسط Cercel و همکاران (۲۰۱۶) نیز صورت پذیرفته است. در بررسی تأثیر کنسانتره پروتئین ماهی تیلاپیا بر پروفایل اسید آمینه بیسکوئیت شور نیز افزایش برخی از اسیدهای آمینه گزارش گردیده است (Ibrahim, 2009). نتایج ارزیابی پروفایل اسید آمینه بیسکوئیت‌ها نشان داد که مقدار کل اسید آمینه‌های ضروری و غیرضروری در تیمار شاهد ۳۶/۵۱ میلی‌گرم بوده است که با افزایش غنی‌سازی با پودر پروتئین ماهی در سطح ۲/۵ و ۵ درصد این مقدار به‌ترتیب به ۵۰/۹۱ و ۶۷/۳۷ میلی‌گرم در گرم نمونه افزایش یافت که بیانگر غنی‌سازی موفقیت‌آمیز بیسکوئیت با پودر پروتئین ماهی در سطح ۲/۵ و ۵/۰ درصد و افزایش ارزش غذایی محصول نهایی بوده است. در تیمار ۲/۵ درصد گلوتامات یا گلوتامیک اسید از گروه اسید آمینه‌های غیرضروری و فنیل آلانین از گروه اسید آمینه‌های ضروری بیش‌ترین مقدار را نشان دادند. در تیمار ۵ درصد نیز پرولین از گروه اسیدآمینه‌های غیرضروری و لوسین از گروه اسید آمینه‌های ضروری بیش‌ترین مقدار بین اسیدهای آمینه را دارا بودند. نتایج Ibrahim (۲۰۰۹) نشان داد که به‌کارگیری پودر پروتئین ماهی در غنی‌سازی بیسکوئیت در سطح ۵ درصد نقش مهمی در افزایش محتوای پروتئینی محصول خصوصا اسید آمینه‌های ضروری داشته است به‌طوری که مجموع اسیدهای آمینه از ۱۰/۰۳ به ۱۲/۵۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه افزایش یافت.

پراکسید (PV)

پراکسید محصول اولیه اکسیداسیون روغن‌ها و چربی‌ها است و به‌طور کلی هر قدر که درجه غیراشباعیت روغن‌ها بیش‌تر باشد روغن‌ها و چربی‌ها پتانسیل بیش‌تری برای اکسیداسیون دارند. وقتی که میزان پراکسید به حد معینی برسد، تغییرات مختلفی در روغن‌ها و چربی‌ها صورت گرفته و مواد فرار آلدهیدی و کتونی که در ایجاد بو و طعم نامطلوب در مواد چرب مؤثرند، ایجاد می‌گردند. بدین جهت پراکسید تولید شده گرچه مستقیماً سبب بو و طعم نامطلوب در مواد چرب نیست، ولی معرف درجه پیشرفت اکسیداسیون می‌باشد (Razavi Shirazi, 2002). پراکسیدها ترکیباتی بدون بو و طعم می‌باشند و در مرحله اول تغییرات از طریق شیمیایی قابل اندازه‌گیری هستند (Razavi Shirazi, 2002). مقادیر پراکسید نمونه‌های بیسکوئیت و پودر پروتئین ماهی در روزهای صفر، ۶۰ و ۹۰ پس از تولید در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- مقادیر پراکسید (برحسب میلی‌اکی‌والان گرم در کیلوگرم چربی) در نمونه‌های بیسکوئیت شاهد و غنی شده با پودر پروتئین

روز نگهداری	تیمار شاهد	تیمار ۲/۵ درصد	تیمار ۵ درصد
صفر	۰/۳۵± ۰/۰۲^{Ac}	۰/۳۷± ۰/۰۰^{Ac}	۰/۳۸± ۰/۰۱^{Ac}
۶۰	۱/۶۳ ± ۰/۴۲^{Ab}	۱/۶۵± ۰/۰۱^{Ab}	۱/۶۳± ۰/۲۹^{Ab}
۹۰	۱/۸۸± ۰/۰۱^{Aa}	۱/۸۹± ۰/۰۲^{Aa}	۱/۹۰± ۰/۰۲^{Aa}

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار است (n= ۳).

حروف بزرگ (A,B,..) در هر سطر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد می‌باشد .

حروف کوچک (a,b,..) در هر ستون نشانه تأثیر زمان نگهداری بر محتوای پراکسیدها می‌باشد.

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، با گذشت زمان محتوای پراکسید در هر ۳ تیمار افزایش یافت، اما با این حال عدد پراکسید در طول مدت نگهداری از حد مجاز (حداکثر ۲ میلی‌اکی‌والان گرم در کیلوگرم) تجاوز نکرد. مقدار پراکسید در روز صفر در تیمار شاهد ۰/۳۵ میلی‌اکی والان‌گرم در کیلوگرم بوده است، که با افزایش زمان ماندگاری در روز ۹۰ این مقدار به ۱/۸۸ میلی‌اکی والان‌گرم در کیلوگرم رسید. در تیمارهای غنی شده نیز مقدار پراکسید در روز صفر و ۹۰ زمان نگهداری مشابه با تیمار شاهد بوده و تفاوت معنی‌داری با آن نشان نداد. طبق نتایج به‌دست آمده غنی‌سازی بیسکوئیت با پودر پروتئین ماهی در سطح ۲/۵ و ۵/۰ درصد تاثیری در افزایش مقدار پراکسید و اکسیداسیون محصول نداشته است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار پراکسید با نتایج حاصل از غنی‌سازی بیسکوئیت با کنسانتره پروتئین ماهی (Mohamed *et al.*, 2014) مطابقت داشت. ایشان گزارش نمودند که میزان پراکسید در تیمار شاهد و تیمارهای غنی شده با کنسانتره پروتئین ماهی در سطح ۳٪ طی مدت زمان نگهداری سه ماه به یک میزان افزایش یافته است و تیمار شاهد با تیمارهای غنی شده تفاوت معنی‌داری را نشان نداد که هم‌راستا با نتایج این پژوهش می‌باشد. البته مقادیر PV اندازه‌گیری شده در تحقیق حاضر بسیار پایین‌تر از مقادیر ذکر شده در تحقیق Mohamed و همکاران (۲۰۱۴) بوده است. بیش‌ترین میزان PV در روز ۹۰ام نگهداری در تیمار ۵ درصد ۱/۹۰ میلی‌اکی‌والان گرم در کیلوگرم چربی بوده است، و این در حالی است در تحقیق Mohamed و همکاران (۲۰۱۴)، بیش‌ترین میزان در نمونه ۱ درصد کنسانتره پروتئین ماهی و به میزان ۹/۴۰ میلی‌اکی‌والان گرم در کیلوگرم چربی بوده است.

تیوباربیتوریک اسید (TBA)

شاخص TBA، میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون به‌ویژه آلدهیدها را نشان می‌دهد. از تیوباربیتوریک اسید به‌طور گسترده به‌عنوان یک شاخص برای اندازه‌گیری درجه اکسیداسیون چربی در مطالعات بسیاری از محققان استفاده شده است (Fan *et al*., 2008; Ozogul *et al*., 2008). وجود مواد واکنشی TBA به علت اکسیداسیون لیپیدها است که در طی آن پراکسیدها به آلدهید و کتون اکسیده می‌شوند. مقادیر تیوباربیتوریک اسید در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- مقادیر تیوباربیتوریک اسید(میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در ۱۰۰۰ گرم) در نمونه‌های بیسکوئیت

روز نگهداری	تیمار شاهد	تیمار ۲/۵ درصد	تیمار ۵ درصد
صفر	۰/۰۰۱± ۰/۰۰۰ Bc	۰/۰۰۷± ۰/۰۰۲ Ac	۰/۰۰۵± ۰/۰۰۰ ABc
۶۰	۰/۰۲۳± ۰/۰۰۱ Ab	۰/۰۲۶± ۰/۰۰۱ Ab	۰/۰۲۷± ۰/۰۰۰ Ab
۹۰	۰/۰۴۰± ۰/۰۰۴ Aa	۰/۰۳۹± ۰/۰۰۱ Aa	۰/۰۳۹± ۰/۰۰۴ Aa

داده‌های جدول شامل میانگین ±انحراف معیار است. (n= ۳)

حروف بزرگ (A,B,..) در هر سطر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد می‌باشد.

حروف کوچک (a,b,..) در هر ستون نشانه تأثیر زمان نگهداری بر محتوای تیوباربیتوریک اسید می‌باشد.

بر اساس نتایج جدول ۳، مقدار تیوباربیتوریک اسید (TBA) در روز صفر در تیمار شاهد از سایر تیمارها کمتر بوده اما با گذشت زمان در پایان روز ۹۰ زمان نگهداری عدد آن به ۰/۰۴ رسید که اندکی بیش‌تر ازعدد به‌دست آمده برای تیمارهای غنی شده بود. از آن‌جا که مالون دی‌آلدهید از تجزیه هیدروپراکسیدها به‌دست می‌آید، روزهای ابتدایی نگهداری مقدار آن پایین بوده است. اما پس از گذشت زمان که مقدار محصولات اولیه اکسیداسیون افزایش پیدا کردند شروع به تجزیه شدن کرده و مقدار تیوباربیتوریک اسید افزایش می‌یابد. طبق نتایج بدست آمده در روز صفر تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمارهای غنی شده وجود داشت (p<0.05)، اما با گذشت زمان و در روز ۶۰ و ۹۰ زمان نگهداری تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. نتایج مشابهی از عدم تفاوت محتوای TBA در انواع غنی شده بیسکوئیت در طول زمان نگهداری توسط Kumar و همکاران (۲۰۱۶) گزارش گردیده است. همچنین مقادیر پایین TBA در نمونه‌های شاهد و بیسکوئیت‌های غنی شده با جلبک اسپیرولینا توسط Abd El Baky و همکاران (۲۰۱۵) گزارش گردیده است. در بررسی Mohamed و همکاران (۲۰۱۴) مشخص گردید که تیمار شاهد و تیمارهای غنی شده به یک میزان افزایش داشته و تفاوت معنی داری بین تیمارها وجود نداشت. مقدار TBA برای همه تیمارها در روز صفر ۰/۰۱ و در پایان روز ۰/۰۹/۹۰ بود که مشابه نتایج به‌دست آمده در این پژوهش است. در تحقیق حاضر، مقدار TBA در روز ۹۰ نگهداری بسیار پایین‌تر از مقدار حداکثری آن (یعنی ۲ میلی‌گرم/کیلوگرم) (Kumar *et al*., 2106) بوده است. پایین بودن مقادیر PV و TBA در پایان دوره نگهداری نشان‌دهنده ثبات اکسیداسیونی محصول و کیفیت بالای بیسکوئیت‌های تولیدی به لحاظ تولیدات اکسیداسیونی بود.

میزان بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

تغییرات میزان کل بازهای نیتروژنی فرار در جدول شماره ۴ آورده شده است. یکی از معیارهای تعیین فساد در مواد غذایی و بررسی تغییرات کیفی آن‌ها در دوره نگهداری تعیین میزان ازت فرار در آن‌ها می‌باشد. این ترکیبات از تجزیه ترکیبات ازت‌دار از قبیل پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه آزاد ایجاد می‌شود و به نحوی که اسیدهای آمینه به ترکیبات آمینی از جمله آمونیاک تجزیه می‌گردد. بنابراین مجموع بازهای نیتروژنی راهی برای بررسی فساد ترکیبات پروتئینی می‌باشد.

جدول ٤- تغییرات مقدار TVB-N (میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم) بیسکوئیت شاهد و غنی شده در روز صفر و ۹۰ زمان نگهداری

روز نگهداری	تیمار شاهد	تیمار ۲/۵ درصد	تیمار ۵ درصد
صفر	۰/۱۴۰± ۰/۰۰۰Ab	۰/۱۴۰± ۰/۰۰۰Ab	۰/۱۴۰± ۰/۰۰۰Ab
۹۰	۷/۳۵۰± ۰/۰۹۹Aa	۷/۴۹۰± ۰/۰۹۹Aa	۵/۸۱۰± ۰/۰۹۹ Ba

داده‌های جدول شامل میانگین ±انحراف معیار است (n= ۳).

حروف بزرگ (A,B,..) در هر سطر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد می‌باشد.

حروف کوچک (a,b,..) در هر ستون نشانه تأثیر زمان نگهداری بر محتوای TVB-N بوده است.

مقدار TVB-N در تیمارهای شاهد، ۲/۵ و ۵/۰ درصد در روز صفر برابر با ۰/۱۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم و در پایان روز نود این مقدار به‌ترتیب به ۷/۳۵۰، ۷/۴۹۰ و ۵/۸۱۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه رسید. کم‌ترین افزایش میزان بازهای نیتروژنی فرار در طی مدت ۹۰ روز نگهداری، در تیمار ۵ درصد و بیش‌ترین افزایش در تیمار ۲/۵ درصد مشاهده شد. با توجه به معنی‌دار بودن داده‌ها طی مدت زمان نگهداری در دمای محیط (P<0.05)، تیمارهای شاهد و ۵/۰ درصد کنسانتره تا پایان مدت نگهداری در رنج استاندارد (بازهای نیتروژنی فرار= ۲۵ میلی‌گرم/۱۰۰ گرم) بودند. برخلاف روز صفر که تیمارها در یک رنج عددی قرار داشتند، در پایان روز ۹۰ تیمار ۵/۰ درصد غنی شده با پودر پروتئین ماهی نسبت به سایر نمونه‌ها به‌صورت معنی‌داری کمتر بود (P<0.05).

مقادیر ترکیبات شیمیایی

مقادیر ترکیبات شیمیایی بیسکوئیت‌ها در نمونه شاهد و نمونه‌های غنی شده با پودر پروتئین ماهی در جدول شماره ۵ مشاهده می‌گردد.

جدول ۵- میانگین ترکیبات تقریبی پودر پروتئین ماهی و بیسکوئیت شاهد و غنی شده با FPP (درصد)

ترکیب شیمیایی	پودر پروتئین ماهی	تیمار		
		شاهد	تیمار ۲/۵ درصد	تیمار ۵ درصد
پروتئین	۸۹/۳۹± ۱/۳۹	۶/۸۸± ۰/۰۱ [c]	۸/۱۸± ۰/۰۴ [b]	۹/۳۹± ۰/۱۲ [a]
چربی	۰/۰۱± ۰/۰۰	۱۴/۶۵± ۰/۰۴ [a]	۱۴/۲۹± ۰/۲۶ [a]	۱۴/۶۹± ۰/۳۱ [a]
رطوبت	۴/۴۵± ۰/۱۴	۴/۳۹± ۰/۴۳ [a]	۴/۵۷± ۰/۳۱ [a]	۴/۵۳± ۰/۲۸ [a]
خاکستر	۶/۲۵± ۰/۲۱	۱/۸۶± ۰/۰۲ [a]	۱/۸۹± ۰/۰۳ [a]	۱/۹۱± ۰/۰۵ [a]
کربوهیدرات	---	۷۲/۱۹± ۰/۰۱ [a]	۷۱/۰۵± ۰/۰۱[b]	۶۹/۵۳± ۰/۰۱ [c]

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار است. (n= ۳)

حروف کوچک (a,b,..) در هر سطر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد می‌باشد.

همانطورکه در جدول ۵ مشاهده می‌گردد، محتوای پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر بیسکوئیت شاهد به‌ترتیب ۶/۸۸، ۱۴/۶۵، ۴/۳۹ و ۱/۸۶ درصد بوده است که در محدوده ترکیبات شیمیایی بیسکوئیت‌های شیرین (Sweet biscuits) ذکر شده توسط Passos و همکاران (۲۰۱۳) می‌باشد. نتایج مشابه‌ای از ترکیبات شیمیایی نمونه خام بیسکوئیت توسط Mohamed و همکاران (۲۰۱۴) گزارش گردیده است، هرچند محتوای کربوهیدرات‌ها در گزارش آن‌ها کم‌تر و در عوض محتوای پروتئین و چربی، اندکی بیش‌تر بوده است. که البته این تفاوت‌ها به‌طور قطع به مواد اولیه و شیوه مورد استفاده در تولید بیسکوئیت بستگی دارد. اختلاف در محتوای پروتئین نمونه‌های بیسکوئیت در نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی پودر پروتئین ماهی، قابل ملاحظه و معنی‌دار بوده است. محتوی پروتئین بیسکوئیت‌های تهیه شده با FPP بالاتر از تیمار شاهد بود، به‌طوری که میزان پروتئین در تیمار ۲/۵ و ۵ درصد FPP به‌ترتیب ۱/۳ و ۲/۵۱ درصد بیـش از تیمار شاهد بود. درصد کربوهیدرات با افزایش سطح غنی‌سازی کاهش معنی‌داری یافته است (P<0.05). گزارش‌های مشابه از افزایش میزان پروتئین و کاهش مقدار کربوهیدارت توسط Ibrahim (۲۰۰۹) در غنی‌سازی بیسکوئیت شور با کنسانتره پروتئین ماهی، Mohamed و همکاران (۲۰۱۴) در غنی‌سازی بیسکوئیت با کنسانتره پروتئین ماهی، Cercel و همکاران (۲۰۱۶) در افزودن پروتئین ماهی به نان گندم و Desai و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه غنی‌سازی پاستا با پودر پروتئین ماهی گزارش گردیده است. نتایج حاصل از آنالیز مقادیر تقریبی بیسکوئیت شاهد و بیسکوئیت غنی شده با کنسانتره پروتئین ماهی در مطالعه Ibrahim (۲۰۰۹)، مقادیر رطوبت، پروتئین خام، چربی، خاکستر و کربوهیدرات در تیمار بیسکوئیت شور غنی شده با کنسانتره پروتئین ماهی در سطح ۵٪ به‌ترتیب ۱۷/۳۱، ۱۲/۵۰، ۲۲/۶۵، ۷/۲۸ و ۴۰/۲۶ به‌دست آمد، که در مقایسه با نتایج پژوهش حاضر، از میزان رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر بیش‌تر و مقدار کربوهیدرات کم‌تری برخوردار بوده است. در پژوهش Mohamed و همکاران (۲۰۱۴) نیز محتوای رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر در بیسکوئیت‌های غنی شده با کنسانتره پروتئین ماهی کپور به‌ترتیب ۹/۱۰، ۸۸/۷۰، ۰/۰۴ و ۲/۱۰ درصد به‌دست آمد. در مقایسه با مقادیر به دست آمده از آنالیز ترکیبات شیمیایی کنسانتره پروتئین حاصل از ماهی کپور معمولی، پودر پروتئین ماهی کپور نقره‌ای در پژوهش حاضر، دارای میزان رطوبت بالاتر و میزان خاکستر کم‌تری بوده است.

ارزیابی حسی بیسکوئیت‌ها

رضایت مصرف کننده و در واقع شاخص‌های حسی، همواره معیار مناسبی برای انتخاب فرمول برتر بین محصولات مشابه معرفی شده است. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های بیسکوئیت غنی‌سازی شده با پودر پروتئین ماهی و نمونه شاهد در جدول ۶آورده شده‌اند.

جدول ٦- نتایج ارزیابی حسی بیسکوئیت حاوی پودر پروتئین ماهی

شاخص حسی	تیمار شاهد	تیمار ۲/۵ درصد	تیمار ۵ درصد
رنگ	۷/۸۶± ۰/۷۴ a	۷/۵۳± ۰/۶۰ a	۷/۶۶± ۰/۷۲ a
عطر	۸/۲۰± ۰/۷۷ a	۷/۸۶± ۰/۷۴ a	۷/۸۰± ۰/۷۷ a
طعم ومزه	۸/۰۶± ۰/۸۸ a	۷/۷۳± ۰/۸۶ a	۷/۴۶± ۰/۶۳ a
ظاهر	۸/۳۰± ۰/۷۷ a	۸/۰۰± ۰/۶۵ a	۸/۰۰± ۰/۷۵ a
بافت	۷/۵۳± ۰/۶۳ a	۷/۸۰± ۰/۷۷ a	۷/۹۶± ۰/۷۴ a
مقبولیت کلی	۷/۸۶± ۰/۶۳ a	۷/۹۳± ۰/۸۸ a	۷/۵۳± ۰/۷۴ a

داده‌های جدول شامل میانگین±انحراف معیار است.

حروف کوچک (a,b,..) در هر سطر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد می‌باشد.

نتایج حاصل از ارزیابی حسی بیسکوئیت‌های تولید شده با استفاده از ارزیابان حسی، نشان داد که تفاوت معنی‌داری در فاکتورهای رنگ، عطر، طعم و مزه، ظاهر و بافت بین تیمارها مشاهده نشد (p>0.05). مقایسه نتایج ارزیابی حسی بین بیسکوئیت غنی شده با پودر پروتئین ماهی و بیسکوئیت شاهد نشان داد شاخص‌های طعم و مزه، عطر و رنگ در نمونه‌های غنی شده کاهش اندکی نسبت به نمونه شاهد داشته است و نیز شاخص بافت در نمونه‌های غنی‌شده از نمره بالاتری برخوردار بود، اما با این‌حال بیسکوئیت غنی سازی شده در سطح ۲/۵ و ۵/۰ درصد در شاخص‌های ظاهر، رنگ، بافت، عطر، طعم و مزه و مقبولیت کلی با بیسکوئیت شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (P>0.05). نتایج حاصل از آنالیز ارزیابی حسی بیسکوئیت شاهد و بیسکوئیت غنی شده با کنسانتره پروتئین ماهی در سطح ۵/۰ درصد در طی تحقیقات Ibrahim (۲۰۰۹) نشان داد که بین تیمار شاهد و تیمارهای غنی شده در شاخص‌های طعم، عطر، رنگ و مقبولیت کلی تفاوت معنی‌داری وجود نداشته و تقریباً از نمره یکسانی برخوردار بودند که این نتایج مشابه نتایج به‌دست آمده در این پژوهش می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر و بررسی پروفایل اسید آمینه بیسکوئیت‌ها نشان داد که پروسه غنی‌سازی بیسکوئیت با پودر پروتئین ماهی موفقیت‌آمیز بوده است. پروفایل اسید آمینه نمونه‌های تیمارشده بهبود یافته و از نظر ارزش غذایی و مخصوصاً درصد پروتئین که مهمترین شاخص محصول می‌باشد، تیمارهای حاوی پودر پروتئین ماهی بهتر بودند. از نظر فاکتورهای فساد در طی مدت نگهداری تفاوت چندانی بین تیمار شاهد و تیمارهای غنی شده وجود نداشت به‌جز فاکتور TVB-N که مطابق با نتایج به‌دست آمده با افزایش غنی‌سازی در سطح ۵/۰ درصد میزان ازت فرار در محصول طی مدت زمان نگهداری کمتر از نمونه شاهد بوده و تفاوت معنی‌داری را با آن نشان داد. بر طبق نتایج به‌دست آمده غنی‌سازی بیسکوئیت با پودر پروتئین ماهی تأثیر منفی بر خصوصیات حسی محصول نداشته است، در مجموع با توجه به نتایج مثبت حاصل از افزودن پودر پروتئین ماهی بر کیفیت بیسکوئیت، با توجه به خصوصیت طعم و مزه و مقبولیت کلی، استفاده از FPP در سطح ۵ درصد برای غنی‌سازی بیسکوئیت پیشنهاد می‌گردد.

منابع

Abboud, A. M., Hoseney, R. C., Rubenthaler, G. L. 1985. Factors affecting cookie flour quality. *Cereal Chemistry*, 62: 130-33.

Abd El Baky, H. H., El Baroty, G. S. and Ibrahem, E. A. 2015. Functional characteristics evaluation of biscuits sublimated with pure phycocyanin isolated from *Spirulina* and *Spirulina* biomass. *Nutrición Hospitalaria*, 32(1): 231-241.

Adeola, A and Ohizua, E. 2018. Physical, chemical, and sensory properties of biscuits prepared from flour blends of unripe cooking banana, pigeon pea, and sweet potato. *Food Science and Nutrition*, 6: 532-540.

AOAC. 2000. Official methods of analysis. 17th. Association of Official Analytical Chemists, Procedure. Washington. DC, USA.

AOAC. 2005. Official methods of analysis (18th ed.). Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists International.

Baltsavias, A. 1999. Properties of short-dough biscuits in relation to structure. *Journal of Cereal Science*, 29: 45-55.

Cercel, F., Burluc, R. M. and Alexe, P. 2016. Nutritional effects of added proteins in wheat flour bread. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 10: 244 – 249.

Desai, A., Brennan, M. A. and Brennan, C. S. 2018. The effect of semolina replacement with protein powder from fish (*Pseudophycis bachus*) on the physicochemical characteristics of pasta. *LWT - Food Science and Technology*, 89: 52–57.

Fan, W., Chi, Y. and Zhang, S. 2008. The use of a tea polyphenol dips to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmicthys molitrix*) during storage in ice. *Food Chemistry*, 108(1):148-153.
Gandhi, A., Kotwaliwale, N., Kawalkar, J., Srivastava, D., Parihar, V. and Raghu Nadh, P. 2001. Effect of incorporation of defatted soy flour on the quality of sweet biscuits. *Journal of Food Science Technolo*gy, 38: 502–503.
Hooda, S. and Jood, S. 2005. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreated and treated fenugreek flour. *Food Chemistry*, 90: 427-35.
Hosseini, M., Adeli, A. and Vahedi, M. 2016. Investigating fish purchase and patterns and preferences among the consumers of Sari. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 25(3): 103-112.
Ibrahim, S. M. 2009. Evaluation of production and quality of salt-biscuits supplemented with fish protein concentrate. *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 4: 28-30.
Kumar, P., Kumar Chatli, M., Mehta, N., Malav, O. P., Verma, A. K. and Kumar, D. 2016. Quality attributes and storage stability of chicken meat biscuits incorporated with wheat and oat bran. Journal of Food Quality, 39: 649-657.
Kose, S., Karacam, H., Kutlu, S. and Boran, M. 2001. Investigating the shelf-life of the anchovy dish called Hamsikusu In frozen storage at -18± 1℃. *Turkish journal of Veterinary Animal Science*, 25: 651-656.
Levin, Sh. and Grushka, E. 1985. Reversed-phase liquid chromatographic separation of amino acids with aqueous mobile phases containing copper ions and alkyl sulfonates. *Anal. Chemistry*, 57: 1830-1835.
Mohamed, G. F., Sulieman, A. M., Soliman, N. G. and Bassiuny, S. S. 2014. Fortification of biscuits with fish protein concentrate. *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 9: 242-249.
Munaza, B., Prasad, S. G. M. and Gayas, B. 2012. Whey protein concentrates enriched biscuits. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2: 1-4.
Ngo D. H., Wijesekara I, Vo, T. S., Van, Ta. Q, and Kim, S. K. 2011. Marine food-derived functional ingredients as potential antioxidants in the food industry, an overview. *Food Research International*, 44: 523-529.
Namaulema, A., Muyonga, J. H. and Kaaya, A. N. 1999. Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at –13 and – 27˚C. *Food Research International*, 32(2): 151-156.
Ozogul, Y., Ozogul, F., Cicek, E., Polat, A. and Kuley, E. 2008. Fat content and fatty acid composition of 34 marine water fish species from the Mediterranean Sea. *International Journal of Food Science Nutrition*, 60(6): 464-475.
Park, J., Choi, I. and Kim, Y. 2015. Cookies formulated from fresh okara using starch, soy flour and hydroxypropyl methylcellulose have high quality and nutritional value. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1): 660–666.
Passos, M. E. A., Moreira, C. F. F., Pacheco, M. T. B., Takase, I., Lopes, M. L. M. and Valente-Mesquita, V. L. 2013. Proximate and mineral composition of industrialized biscuits. *Food Science and Technology*, 33(2): 323-331.
Razavi-Shirazi, H. 2002. Seafood Technology: Processing Science, Naghsh-e Mehr Publication, Tehran, Iran [In Persian].
Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B. and Lugasi, A. 2008. Functional food, Product development, marketing and consumer acceptance-a review. *Appetite*, 51: 456-67.
Shaviklo, A. R. 2015. Development of fish protein powder as an ingredient for food applications: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2): 648-661.
Sathivel, S., Bechtel, P. J., Babbitt, J. K., Prinyawiwatkool, W. and Patterson, M. 2005. Functional, nutritional and rheological properties of protein powders from arrowtooth flounder and their application in mayonnaise. *Journal of Food Science*, 2: 57–63.
Sudha, M., Vetrimani, R. and Leelavathi, K. 2007. Influence of fiber from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chemistry*, 100: 1365– 1370.
Venugopal, V. 2006. Seafood processing adding value through quick freezing, retortable packaging, and cook-chilling. *Taylor & Francis Group, CRC, Boca Raton*, pp 425–447.
Wrigley, C. 2004. Encyclopedia Grain Science, Elsevier Academic Press, Oxford, vol. 1 Cereals, pp 187-201.
Yeh, L. L., Kim, K. O., Chompreeda, P., Rimkeeree, H., Yau, N. J. N. and Lundahl, D. S. 1998. Comparison in use of the 9- point hedonic scale between Americans, Chinese, Koreans and 1ai. *Food Quality and Preference*, 9(6): 413–419.

Iranian Food Science and Technology
Research Journal
Vol. 17, No. 4, Oct- Nov 2021, p. 559-568

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۷، شماره ۴، مهر- آبان ۱۴۰۰، ص. ۵۶۸-۵۵۹

The effect of enrichment with silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) protein powder on amino acid profile, proximate analysis and sensory characteristic of biscuit

E. Aminpour Daphchahi[1], E. Zakipour Rahimabadi[2*], H. Rostamzad[3], E. Nejat Pirsaraii[1]

Received: 2020.07.09
Accepted: 2020.10.07

Introduction: The relation between food and health has had an increasing impact on food innovation, due to the popularity of the concept of functional food. Most bakeries products can easily be enriched and fortified with proteins, vitamins and minerals to meet specific needs of the target groups of the population. Biscuits are the most popular bakery products worldwide. Biscuits are ready to eat, cheap and conventional food. Protein fortification of biscuits is of current interest, because of increasing awareness of consumers towards health. Fish protein products such as FPP are low cost animal protein with high quality, so it can be used as a protein supplement to increase nutritive value of foods. This research was aimed to evaluate the quality and sensory properties of biscuits enriched with fish protein powder (FFP).

Materials and methods: For this purpose, Fish protein power (FPP) of silver carp was used in production of biscuits by replacing it with wheat flour by 0 % (as control treatment), 2.5% (treatment 1) and 5% (treatment 2). Amino acid profile, PV, TBA, chemical composition and sensory analysis was done during 3 months storage at room temperature.

Results and discussion: Seventeen kinds of amino acids were identified in fish protein powder of silver carp. The total content of amino acids fish protein powder were 975.19 mg/100 gr. Total essential and non-essential amino acids in control treatment were 36.50 mg/100 gr, that after using fish protein powder in enrichment of biscuits at the level of 2.5 and 5% increased to 50.91 and 67.37 mg/100 gr, respectively. Evaluation of sensory characteristics of biscuits samples did not showed a significant difference between control and enriched treatments (P>0.05).

Key words: Biscuit, Enrichment, Nutritional quality, Amino acid profile, Fish protein powder.

1. M.Sc. Student, Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara,
2. Associate Professor. Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara.
3. Assistant Professor. Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara.
(*Corresponding Author Email: e.zakipoor@guilan.ac.ir)